



УДК 504.05/06:625.72

## ЗНАЧЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ОЧИЩЕНИИ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА г. ВОРОНЕЖА

**А.Б. Якушев**

ООО «Центр-Дорсервис»,  
394026, Воронеж,  
Московский пр-т, д.5а

E-mail:  
alecsandr2025@mail.ru

Рассмотрена одна из основных функций зеленых насаждений в городской среде – источник поглощения вредных выбросов. Дерево средней величины за 24 часа восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трёх человек. Данные исследования направлены на изучения реальной эффективности поглощения вредных веществ из воздуха зелеными насаждениями.

Ключевые слова: зеленые насаждения, автомобильный транспорт, выбросы, эффективность газопоглощения, очищение воздушной среды.

Проблема «зеленых насаждений» – это одна из острых экологических проблем на сегодняшний день. Вырубка лесов, уничтожение зелени в городах могут повлечь за собой разрушительные последствия. Это будет сказываться на людях, на животных, на природе – на будущем.

Зелёные насаждения – совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений на определённой территории. В городах они выполняют ряд функций, способствующих созданию оптимальных условий для труда и отдыха жителей города, основные из которых – оздоровление воздушного бассейна города и улучшение его микроклимата. Этому способствуют следующие свойства зелёных насаждений:

- поглощение углекислого газа и выделение кислорода в ходе фотосинтеза;
- понижение температуры воздуха за счёт испарения влаги;
- снижение уровня шума;
- снижение уровня загрязнения воздуха пылью и газами;
- защита от ветров;
- ионизация воздуха;
- выделение фитонцидов – летучих веществ, убивающих болезнетворные микробы;
- положительное влияние на нервную систему человека.
- создание условия для архитектурной нагрузки;
- интеграции города в окружающую среду региона).

В данной работе рассмотрена одна из основных функций зеленых насаждений в городской среде – источник поглощения вредных выбросов. Как известно зеленые насаждения способны поглощать вредные вещества из атмосферного воздуха через устьицы на листьях. Дерево средней величины за 24 часа восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трёх человек. Данные исследования направлены на изучения реальной эффективности поглощения вредных веществ из воздуха зелеными насаждениями г. Воронежа и оценку необходимости принятия мер по совершенствованию зеленого каркаса г. Воронежа.

Автомобильный транспорт является линейным дискретно-подвижными источниками токсичных выбросов, что представляет угрозу здоровью человека и окружающей среде. По данным ГИБДД г. Воронежа городской парк автомобилей за последнее десятилетие значительно увеличился и на 1 января 2010 г. составил 255929 автомобилей, в то время как в 2006 г. он составил 205675 автомобилей. Эмиссия загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспортных средств за 2009 г. составила 118220.5 тонн – более 90% от валового выброса в атмосферу всех загрязняющих веществ в г. Воронеже [1]. Данный факт послужил основой для исследования данной работы. Учитывая достоверную вероятность (Р) равной 0.90, в соответствии со стандартными методиками математического анализа, выбросы от автотранспорта в черте города, рассматриваются как единственный источник выбросов, которые поглощаются зелеными насаждениями, с соответствующей достоверной вероятностью равной 0.90.

Согласно проведенным исследованиям были произведены расчеты по суммарному выбросу загрязняющих веществ на улично-дорожной сети г. Воронежа с уточнением расчета на каждой категории и по каждому району. Расчеты проводились по программе «Расчет выбросов автотранспорта» (методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов, утвержденная приказом Госкомэкологии России №66 от 16.02.1999). Исходными данными для расчета послужили интенсивность автотранспорта на каждой категории улично-дорожной сети города Воронежа (табл. 1), средняя скорость потока, количество полос движения и длина каждой категории дороги по району [2]. Современная транспортная инфраструктура города включает следующие основные типичные категории дорог и улиц. Так, категория улиц **1Б** – это ул. Остужева, бульвар Победы, Ильюшина; **2Б** – Московский проспект, ул. Кольцовская, ул. Кирова, проспект Труда; **2В** – ул. Никитинская, ул. Ломоносова, ул. Пушкинская; **2Г** – ул. 60-й Армии, ул. Тимирязева, ул. 25 Октября; **3А** – ул. Верещагина, ул. Володарского, ул. Цюрупы; **3Б** – ул. Серафимовича, ул. Текстильщиков, ул. П.Осипенко; **3В** – ул. Спортивная набережная, ул. Кропоткина, ул. Куцыгина; **3Г** – ул.Фрунзе, ул. Переверткина, ул. 60 лет ВЛКСМ; **3Д** – многочисленные переулки, например, Ракетный, Здоровья и др. Результаты расчета выделения загрязняющих веществ от автотранспорта по районам и по городу в целом представлены в таблице 2.

Таблица 1

**Интенсивность движения автотранспорта (авт/час) по основным категориям улиц г. Воронежа**

Транспортные средства	Категории улиц								
	<b>1Б</b>	<b>2Б</b>	<b>2В</b>	<b>2Г</b>	<b>3А</b>	<b>3Б</b>	<b>3В</b>	<b>3Г</b>	<b>3Д</b>
Легковые	1694	2188	816	948	169	938	98	61	52
Грузовые	802	272	128	63	32	63	7	16	5
Автобусы	91	278	86	3	16	8	0	0	0
Всего	2587	2738	1030	1014	217	1009	105	77	57

Таблица 2

**Выбросы загрязняющих веществ по основным категориям улиц для г. Воронежа (г/с)**

Выбросы	Категории улиц									Всего (г/с)	Всего (т/г)
	1Б	2Б	2В	2Г	3А	3Б	3В	3Г	3Д		
Железнодорожный район (протяженность всех дорог – 200.898 км) 112.028											
Газообразные выбросы	46.77	132.01	25.45	11.56	4.32	59.56	0.58	14.98	18.08	313.31	9880.64
Коминтерновский район (протяженность всех дорог – 168.454 км) 145.45											
Газообразные выбросы	256.28	409.22	66.97	11.87	4.96	82.33	0.00	36.20	7.96	875.78	27618.60
Левобережный район (протяженность всех дорог – 141.120 км) 105.59											
Газообразные выбросы	118.66	271.77	9.15	0.00	0.00	27.40	0.63	12.88	2.63	443.13	13974.50
Ленинский район (протяженность всех дорог – 138.740 км) 137.18											
Газообразные выбросы	0.00	112.07	81.19	0.00	10.25	2.83	3.22	16.09	4.42	230.07	7255.58
Советский район (протяженность всех дорог – 145.598 км) 81.248											
Газообразные выбросы	114.99	52.96	47.72	3.00	11.66	26.78	0.48	6.88	1.73	266.21	8395.10
Центральный район 115.028											
Газообразные выбросы	73.37	109.62	59.26	5.67	16.36	1.32	4.63	14.23	1.74	286.20	9025.64



Таким образом, в таблице 2 приведены суммарные выбросы, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека по всем категориям улиц объединенные по районам. Выброс загрязняющих веществ от автотранспорта составляет тысячи тонн, что формирует риск возникновения неблагоприятных последствий. В ходе проведения исследований на улицах города Воронежа нами был впервые выявлен и оценена степень снижения негативного воздействия зелеными насаждениями, загрязняющих выбросов автотранспорта на окружающую среду г. Воронежа. За основу определения поглощения загрязняющих веществ от автотранспорта зелеными насаждениями по городу Воронежу были взяты данные по расчетам выбросов вредных веществ (см. табл. 2), общее количество зеленых насаждений по городу и эффективность газопоглощения листопадными зелеными насаждениями г. Саратова [3]. Учитывая наличие одинаковых пород в г. Саратов и г. Воронеж, то эффективность газопоглощения листопадными зелеными насаждениями принимается одинаковой.

Расчет эффективности газопоглощения зелеными насаждениями выбросов от автотранспорта в придорожной полосе возможно озелененными территориями общего пользования, которые непосредственно вовлечены в поглощение вредных веществ от дискретно-подвижного источника токсичных выбросов. Остальные категории озелененных территорий города – озелененные территории ограниченного и специального назначения не учитываются в расчете из-за их удаленности от исследуемого источника выбросов, что не позволяет им участвовать в поглощении вредных веществ из воздушной среды. Обеспеченность озелененными территориями общего пользования г. Воронежа приведена в таблице 3 [4].

Таблица 3

**Обеспеченность озелененными территориями  
общего пользования г. Воронежа**

Наименование насаждений	Районы						Итого
	Централь- ный	Коминтер- новский	Лени- нский	Сове- тский	Железно- дорожный	Левобе- режный	
Парки, сады, га	138.6	2.9	6.0	37.8	3.5	53.0	241.8
Скверы, га	32.8	17.5	11.4	14.2	14.5	14.9	105.3
Бульвары, га	15.3	24.6	16.2	19.2	19.2	20.9	115.4
Итого, га	186.7	45.0	33.6	71.2	37.2	88.8	462.5

Вопросами поглощения растительностью вредных выбросов от стационарных и передвижных (автотранспорт) источников занимался еще Илькун Г.М., а также занимаются ученые Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (академик А.С. Исаев, А.М. Степанов и д.), ученые Уральского научного центра РАН (Т.В. Черненко) и других научных учреждений [5, 6].

Коэффициенты агрессивности вредных выбросов, характеризующие показатели относительной опасности присутствия вредных веществ в воздухе, вдыхаемом человеком, по данным исследований составляют: для двуокиси серы  $SO_2$  – 16.5; металлургической пыли – 100; меди Cu – 142.5; мышьяка As – 1000. Учитывая, что такие выбросы как двуокиси серы, явный представитель выбросов от автотранспорта, хоть и обладает не высоким значением, он действует постоянно, чем определяет экологический риск для окружающей среды. Поглощение газовых выбросов происходит через устьица листы зеленых насаждений. Кроме того, вредные вещества в больших количествах могут поглощаться также корой деревьев. И хотя это отрицательно сказывается на самих зеленых насаждениях (уменьшение биомассы и снижение продуктивности), их санитарно-гигиеническая роль весьма существенна. Способность листовых древесных пород ежегодно избавляться от токсических веществ путем обновления листьев обеспечивает сравнительно высокую устойчивость к химическому загрязнению.

Принимая во внимание показатели эффективности газопоглощения древесной растительностью, приведенные в докладе о состоянии окружающей природной среды Саратовской области за 2002 г., можно сделать аналитические расчеты по

поглощению существующими листопадными насаждениями г. Воронежа газовых выбросов автотранспорта (табл. 4). Эффективность газопоглощения определяется как средневзвешенная величина с учетом видового состава пород деревьев, находящихся на определенной территории и способных поглощать определенное количество выбросов в зависимости от породы дерева за вегетационный период [7, 8].

Таблица 4

**Эффективность газопоглощения озелененными территориями общего пользования г. Воронежа**

Наименование	Районы						Итого по городу
	Центральный	Коминтерновский	Ленинский	Советский	Железнодорожный	Левобережный	
Озелененные территории общего пользования, га	186.7	45.0	33.6	71.2	37.2	88.8	462.5
Средняя плотность посадки, дер/га	102	119	139	126	140	80	118
Эффективность газопоглощения 1 деревом г/сутки	5.05	4.98	5.27	5.57	5.72	5.39	5.26
Эффективность газопоглощения за вегет. период, с 1 га, кг	110.23	126.82	156.76	150.19	171.37	92.28	807.65
Эффективность газопоглощения за вегет. период, со всей площади, т	20.58	5.71	5.27	10.69	6.38	8.19	56.82

Как видно, листопадные лиственные насаждения общего пользования на площади 462.5 га поглощают ежегодно до 56.82 т вредных выбросов автотранспорта. Эффективность газопоглощения по городу составила 5.26 г/сутки одним деревом. Данная величина определялась как средневзвешенная величина с учетом видового состава пород деревьев по районам города.

Рассматривая эти показатели с результатами расчета выбросов вредных веществ (см. табл. 2) можно проанализировать степень поглощения выбросов по городу и определить непосредственное количество загрязняющих веществ от автотранспорта оказывающих негативное воздействие на окружающую среду г. Воронежа (табл. 5).

Таблица 5

**Эффективность газопоглощения озелененными территориями г. Воронежа**

Наименование	Районы						Итого по городу (среднее)
	Центральный	Коминтерновский	Ленинский	Советский	Железнодорожный	Левобережный	
1	2	3	4	5	6	7	8
Озелененные территории общего пользования, га	186.7	45.0	33.6	71.2	37.2	88.8	462.5
Эффективность газопоглощения 1 деревом г/сутки	5.05	4.98	5.27	5.57	5.72	5.39	5.26
Эффективность газопоглощения за вегет. период, с 1 га, кг.	78.30	90.08	111.34	106.68	121.72	65.54	573.66
Эффективность газопоглощения за вегет. период, со всей площади, т	14.62	4.05	3.74	7.60	4.53	5.82	40.36



Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Суммарный выброс загрязняющих веществ автотранспортом т/сутки	27.07	75.67	38.29	19.88	23.00	24.73	208.63
Эффективность очистки атмосферы зелеными насаждениями, %	54.00	5.36	9.77	38.21	19.69	23.54	25.09
Озелененные территории общего пользования, ограниченного пользования и специального назначения, га	904.5						
Максимальная эффективность очистки атмосферы зелен. насажд. ограниченного пользования и специального назначения, за вегет. период, %	40.79						

Эффективность очистки атмосферы зелеными насаждениями рассчитывалась в процентном отношении эффективности газопоглощения за вегетационный период, со всей площади к общему количеству выбросов от автотранспорта с этой же территории.

Как видно, листопадные лиственные насаждения общего пользования на площади 462.5 га в зависимости от количества зеленых насаждений и выброса вредных веществ ежедневно поглощают от 5.36% до 54.00% загрязняющих выбросов автотранспорта. Общий выброс от автотранспорта по городу составляет 508.63 т/сутки. Эффективность газопоглощения по городу составила 40.36%. Можно предположить, что максимальное количество поглощаемых выбросов по городу за сутки составит 120.14 т. Максимально возможная эффективность газопоглощения выбросов автотранспорта озелененными территориями города составит 40.79%.

Эффективность поглощения вредных выбросов автотранспорта подтверждалась в ходе проведения натурных измерений проведения исследования на городских улицах в летний период. В ходе данной группы исследований были получены концентрации вредных веществ на одинаковом удалении замеров территорий без зеленых насаждений и с наличием территории занятых зелеными насаждениями: газон, кустарники и деревья с ветвящейся кроной, высотой дерева 5-15 м. Замеры проводились на основной категории улично-дорожной сети категория г. Воронеж – «2Б» – Московский проспект. Усредненные результаты исследований из 20 дней наблюдений представлены в таблице 6.

Таким образом, зеленые насаждения города Воронежа играют важную геоэкологическую функцию, уменьшая загрязнение воздушной среды города. Учитывая неравномерное распределение зеленых насаждений по городу и их незначительную площадь, меньше нормативной, город нуждается в увеличении и модернизации зеленого каркаса. Для оптимальной реализации геоэкологической функции, выражающейся в уменьшении загрязнения воздушной среды города, программа модернизации зеленого каркаса должна быть основана на характере и местоположении источников выбросов.

По состоянию на сегодняшний день распределение земель Природного комплекса в различных частях города неодинаковое. Так, относительно малонарушенные природные территории расположены, преимущественно, в периферийных частях города (окраинные лесные массивы, поймы рек).

Выделение территорий зеленых насаждений общего пользования в общей структуре озелененных территорий города, прежде всего, связано с тем, что именно они играют важнейшую роль в обеспечении кратковременного отдыха населения и их наличие необходимо в планировочной организации городских территорий.

Таблица 6

**Концентрации загрязняющих веществ (в долях ПДК среднесуточных)**

Вещества	Концентрация ЗВ при отсутствии зеленых насаждений	Концентрация ЗВ при наличии зеленых насаждений
Азота диоксид	1.175	0.52
Азота оксид	3.4	0.83
Серы диоксид	1.53	0.69
Углерода оксид	1.66	0.71
Формальдегид	24.8	7.44

По сведениям АОТ ВПИ «ВОРОНЕЖПРОЕКТ» на 2000 г. площадь озелененных территорий общего пользования составляет 462.5 га, или 5.1 м<sup>2</sup>/чел. Озелененные территории в природном комплексе составляют 11.2%, в том числе озелененные территории общего пользования – 462.5 га или 1.1%. В целом по городу – обеспеченность зелеными насаждениями общего пользования составляет 5.1 м<sup>2</sup>/чел. или 31.9% от нормативного показателя и колеблется по административным районам города от 1.9 до 20,5 м<sup>2</sup>/чел. Однако и этот показатель имеет тенденцию к снижению [1].

В последнее время, так как нормируемый показатель зеленых насаждений общего пользования трудно достижим, имеется тенденция к определению уровня озелененности как главный критерий в формировании зеленых городских пространств. Однако такой подход не является бесспорным, так как наличие зеленых насаждений общего пользования в структуре застроенных территорий необходимо с точки зрения не только СНиП, но и для оптимального формирования городских пространств, создания мест кратковременной рекреации.

Проектными решениями Генерального плана г. Воронежа предусмотрено увеличение площадей озеленения общего пользования с 1.1 % до 8.5% и развитие единой системы озеленения. Но основные идеи предыдущего генерального плана по формированию единой системы зеленых насаждений с доведением норматива обеспеченности до 20 м<sup>2</sup>/чел. не реализованы. За последние 10 лет практически не введено в строй каких либо существенных объектов зеленого строительства, что связано как с объективными факторами, так и, в большей мере, с субъективными (недооценкой городскими властями роли зеленых насаждений в формировании комфортной для проживания городской среды).

Данные планы реализовываются только в частичных мелких проектах по модернизации зеленых насаждений. Сегодня районы города с высоким транспортным и промышленным прессингом, минимальным озеленением и недостаточной рекреационной инфраструктурой отличаются более высокой детской заболеваемостью.

Ситуацию усугубляют загруженные автомагистрали, слабое озеленение, очевидные архитектурно-планировочные просчеты, следствием которых является отсутствие необходимых санитарных разрывов между жилыми и промышленными зонами, не учет розы ветров в рассеивании примесей. Как Левобережный, так и Правобережный промышленные районы отличаются повышенной общей заболеваемостью детского населения, в том числе высокой частотой новообразований, болезней органов дыхания, крови, врожденных аномалий.

### **Выводы**

1. Увеличение зеленых насаждений в городе способствует очищению воздушной среды.
2. Увеличение зеленых насаждений в городе снимает антропогенную нагрузку на здоровье население.
3. Зеленые насаждения способны снижать негативное воздействие выбросов до нормативов ПДК.



### Список литературы

1. О состоянии окружающей среды и природоохранной деятельности городского округа город Воронеж в 2009 г.: Доклад / Управление по охране окружающей среды администрации городского округа город Воронеж. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр ВГУ, 2010. – 78 с.
2. Постановление Администрации города Воронежа от 06.04.2004 N 531 «Об утверждении улично-дорожной сети города Воронежа» (вместе с «Положением о присвоении категориям улиц и автомобильных дорог города Воронежа шифров и кодов»), 179 с.
3. Экологический потенциал зелёных насаждений г. Саратова / С.З. Кравцов, В.В. Наташкин, А.И. Попов и др. – Карачаевск: Адонис, 2004. – 100 с.
4. Евменова А.В. Современное состояние и проектные решения по развитию системы озеленения города Воронежа // Лесной вестник. – Воронеж, 2010. – Вып: 3. – С.182-192.
5. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – Киев: Наукова думка, 1971. – 146 с.
6. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наукова думка, 1978. – 247 с.
7. Михеева М.А. Анализ видового разнообразия древесных растений в различных ландшафтно-функциональных зонах и их количественное участие в городских насаждениях // Проблемы и перспективы экологической безопасности : материалы VI межрегион. науч.-практ. конф., (20 мая 2010 г.). – Воронеж, 2010. – С. 145-149.
8. Михеева М.А. Анализ встречаемости различных видов древесных растений в зеленых насаждениях г. Воронежа // Полевые и экспериментальные исследования биологических систем : материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (18 марта 2010 г.). – Ишим, 2010. – С. 22-25.

## THE VALUE OF GREEN SPACES IN THE PURIFICATION OF THE AIR BASIN OF THE CITY OF VORONEZH

**A.B. Yakushev**

ООО «Center-Dorservis», 394026,  
Voronezh, Moskovsky Prospekt, d.5a  
E-mail: alecsandr2025@mail.ru

One of the main functions of green spaces in the urban environment – the source of the absorption of harmful emissions is considered. A medium-sized tree within 24 hours restores so much oxygen as is necessary for respiration of three people. These studies are aimed at studying the actual efficiency of absorption of harmful substances from the air by green spaces.

Key words: green spaces, automobile transport, emissions, efficiency of gas absorption, the purification of air.